



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

MATHEUS TELLES BARRETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO SULGIPE

Campina Grande, Paraíba - 2016

MATHEUS TELLES BARRETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Graduado em Engenharia Elétrica.

Orientador: Washington Luiz Araújo Neves, Ph. D.

Campina Grande, Paraíba - 2016

MATHEUS TELLES BARRETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Graduado em Engenharia Elétrica.

Aprovado em ____ / ____ / _____

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Washington Luiz Araújo Neves, Ph. D.

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador

RESUMO

Relatório de estágio com o intuito de apresentar as atividades desenvolvidas durante o Estágio Curricular Obrigatório do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, realizado entre as datas de 01/08/2016 até 15/12/2016. O estágio foi realizado na empresa Companhia Sul Sergipana de Eletricidade (Sulgipe). As atividades foram desenvolvidas na Divisão de Projetos e Engenharia e na Regional Estância.

Neste texto apresentam-se procedimentos de manutenção e inspeção de equipamentos elétricos de subestação e de rede de distribuição

Palavras-chave: Equipamentos Elétricos, Rede de Distribuição, Subestação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Subestação Itabaianinha, localizada no município de Itabaianinha, em operação desde 1981.....	11
Figura 2: O Diretor Presidente o Eng ^o Jorge do Prado Leite na Turbina que fazia o aproveitamento hídrico do Rio Piauí.	12
Figura 3: Tipos de Consumidores de Energia	15
Figura 4: Redução de Custos à Indústria Brasileira que se abastece na ACL.....	15
Figura 5: Configuração básica para o acesso remoto ao sistema de medição	18
Figura 6: Diagrama da vista frontal do painel de medição	18
Figura 7: Diagrama trifilar do painel de medição.....	19
Figura 8: Medidores de Faturamento na subestação da CIT.....	20
Figura 9: Transformador de 18,75MVA na SE Estância	22
Figura 10: Teste de relação de Transformação (TTR).....	25
Figura 11: Fazendo o TTR	26
Figura 12: Chave Seccionadora na SE JPL	27
Figura 13: Transformador de Corrente na SE JPL	28
Figura 14: Transformador de Potencial na SE JPL.....	29
Figura 15: Manutenção em linha viva.....	32
Figura 16 : Religador Copper.....	33
Figura 17 Programando o Religador.....	34
Figura 18: Manutenção em um Regulador de Tensão.....	35
Figura 19: Parametrizando o regulador de Tensão	36

LISTA DE SIGLAS

ACL - Ambiente de Contratação Livre

AME - Atividade de Manutenção Elétrica

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CDC - Centro de Distribuição de Cargas

COD - Centro de Operação de Distribuição

EMI - Engenharia de Manutenção e Inspeção

ENGP - Engenharia de Produção

EPC - Equipamento de Proteção Coletivo

EPI - Equipamento de Proteção Individual

IHM - Interface Homem Máquina

MI - Manutenção e Inspeção

SE - Subestação

SE - P Sistema Elétrico de Potência

SIN – Sistema Interligado Nacional

TC - Transformador de Corrente

TP - Transformador de Potencial

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1.	Preliminares.....	8
1.2.	Estrutura do Relatório	8
1.3.	Objetivos.....	9
2.	A INSTITUIÇÃO.....	10
2.1.	HISTÓRIA	11
3.	ATIVIDADES REALIZADAS	14
3.1.	Instalação de Medidores de Faturamento de Energia para Consumidores Livre .	14
3.1.1.	Fundamentação Teórica.....	14
3.1.2.	Instalação dos Medidores de Faturamento na CIT–Companhia Indust. Têxtil.	16
3.2.	Subestações Elétricas	20
3.2.1.	Transformadores de Potência.....	21
3.2.1.1.	Manutenção preventiva em transformadores de potência	23
3.2.1.2.	Teste de rigidez dielétrica do óleo isolante	26
3.2.2.	Chaves Seccionadoras	27
3.2.2.1.	Manutenção e inspeção em chaves seccionadoras	28
3.2.3.	Transformadores para Instrumentos (TP e TC)	28
3.2.3.1.	Manutenção e teste em TP e TC.....	30
3.2.4.	Acompanhamento nos serviços de Redes de Distribuição	31
3.2.4.1.	Religadores.....	32
3.3.	Outras Atividades	36
4.	CONCLUSÕES	37
	Referências Bibliográficas	39

1. INTRODUÇÃO

1.1. Preliminares

Este relatório descreve as atividades efetuadas no Estágio Integrado em Engenharia Elétrica. O objetivo deste estágio é a integralização deste componente curricular, requisito obrigatório da matriz curricular do curso de Engenharia Elétrica. Além disso, neste relatório são apresentadas em detalhes as atividades desenvolvidas no período de 01/08/2016 à 15/12/2016 com a integralização de 660 horas.

Outro objetivo, de fundamental importância, deste estágio foi a oportunidade de articular teoria e prática, possibilitando aperfeiçoamento técnico e científico, além da vivência num ambiente profissional ligado a engenharia.

1.2. Estrutura do Relatório

O trabalho a seguir, está dividido em 4 (quatro) capítulos, os quais se resumem da seguinte maneira:

- No capítulo 1, é tratada a introdução, sendo discutidos os objetivos do estágio, o período de realização e a estrutura do trabalho.
- No capítulo 2, será apresentada a instituição em que foi realizado o estágio.
- No capítulo 3, será apresentada uma descrição detalhada das atividades realizadas.
- No capítulo 4, serão apresentadas as conclusões do estágio desenvolvido.

1.3. Objetivos

- Contribuir na formação do estudante para o início de suas atividades profissionais, oferecendo-lhe oportunidade de executar tarefas práticas relacionadas com sua área de interesse;
- Acompanhar as equipes de manutenção das redes de distribuição de energia de 13,8 kV e 69 kV;
- Acompanhar as equipes de manutenção das diversas subestações abaixadoras e seccionadora da SULGIPE;

- Integrar a equipe de Divisão de Projetos e Engenharia auxiliando a elaboração de projetos nas mais diversas áreas que compõe a distribuição de energia.

2. A INSTITUIÇÃO

SULGIPE – Companhia Sul Sergipana de Eletricidade, cujo Presidente fundador é o Eng.º Jorge Prado Leite, possui a concessão do Governo Federal para distribuir energia elétrica para 14 municípios, sendo doze na região sul do estado de Sergipe e duas na região nordeste do estado da Bahia. Os municípios atendidos no estado de Sergipe são: Arauá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Itabaianinha, Pedrinhas, Riachão do Dantas, Santa Luzia do Itanhhy, Tobias Barreto, Tomar do Geru e Umbaúba e pelo estado da Bahia são: Jandaíra e Rio Real. A extensão territorial total da concessão corresponde a 5.764 km^2 , sendo 4.445 km^2 no estado de Sergipe e 1.319 km^2 na Bahia.[1]

Tem sua origem no desdobramento do setor de energia elétrica da Companhia Industrial da Estância S/A, cuja atividade básica era a fabricação de tecidos. A sede da SULGIPE está localizada no município de Estância no estado de Sergipe que está a 70 km da capital. O município é banhado pelos Rios Piauí e Piauitinga.

Atualmente a SULGIPE possui 130.272 consumidores (dados de agosto/2013, parciais), que compõem o mercado de energia elétrica, o qual se caracteriza predominantemente pelas classes residencial (89,01%) e comercial (6,55%). A população atendida corresponde a 344.107 habitantes.

Para atender ao seu mercado, a SULGIPE compra energia da CHESF – Companhia Hidrelétrica de São Francisco na tensão de 69 kV e da ENERGISA em 69 e 13,8 kV. O total de energia comprada no ano de 2010 foi de 327 GWh.

A economia da área de concessão da SULGIPE tem sua base nos setores industriais, na agricultura, na pecuária e um potencial em desenvolvimento no turismo das áreas litorâneas.

Para o atendimento aos consumidores da área de concessão a SULGIPE contou em 2010, em seu quadro direto de pessoal, com 467 empregados para serviços de manutenção das redes, ligação de unidades, leitura, entrega de contas, faturamento, contabilidade e parte da arrecadação de contas, contribuindo desde a sua fundação para o crescimento econômico e social da população residente em sua área de concessão. Estas contribuições se dão através de geração de emprego na própria região, bem como na qualidade do atendimento aos seus consumidores. A SULGIPE conta ainda com 175 empregados terceirizados para construção de redes de eletrificação.[1]

O sistema elétrico que atende a área de concessão conta com 06 (seis) subestações em 69/13,8 kV: Subestação (SE) Estância, localizada no município de mesmo nome, SE

Seccionadora Eng.º Jorge Prado Leite, SE Itabaianinha, localizada no município de mesmo nome, SE Saquinho, localizada no município de Tobias Barreto, SE Convento, localizada no município de Indiaroba, e SE Tomar do Geru, localizada no município de mesmo nome.

Podemos ver na Figura 1 a subestação abaixadora, possuindo 6 alimentadores, localizada na cidade de Itabaianinha.

Figura 1: Subestação Itabaianinha, localizada no município de Itabaianinha, em operação desde 1981.



Fonte: o próprio autor.

2.1. HISTÓRIA

A partir do desdobramento da atividade têxtil da Companhia Industrial de Estância S/A, desde 1938, devidamente autorizada pelo Governo Federal, construiu uma barragem e passou a fazer, através de duas turbinas, o aproveitamento hidráulico dos rios Piauí e Piauitinga, para seu próprio uso industrial e para sua Vila Operária.[1]

Na Figura 2 vemos o presidente e fundador da Companhia Sul Sergipana de Eletricidade – SULGIPE, Engenheiro Jorge do Prado Leite no início da década de 80.

Figura 2: O Diretor Presidente o Engº Jorge do Prado Leite na Turbina que fazia o aproveitamento hídrico do Rio Piauí.



Fonte: <http://www.sulgipe.com.br/Home/Empresa>

A partir de 1952, a Companhia Industrial de Estância S/A, teve o seguinte desdobramento no setor energético:

- Em 1952 – Obteve, pelo despacho contido no Processo DAG 1.598/52, autorização para construir nova barragem;
- Em 1955 – Pelo Decreto nº 37.837, de 31.08.55, conseguiu concessão para produzir, transmitir e distribuir energia elétrica para o município de Estância diretamente ou através de Empresa que organizar;
- Em 24/01/1956 – Ocorre a assinatura do 1º contrato de suprimento de energia da CHESF com a Companhia Industrial da Estância S/A – CIESA;
- Em 1958 – Através do Decreto nº 45.045, de 11.12.58, a Companhia Industrial da Estância S/A obteve novas concessões para distribuir energia elétrica, estendendo suas atividades aos municípios de Arauá, Pedrinhas, Boquim e Riachão do Dantas. Ainda nesse ano, através do Decreto nº 45.105, de 23.12.58, foi a Companhia Sul Sergipana de Eletricidade – SULGIPE criada, fato já previsto no Decreto nº 37.837 de 31.08.55 já citado e autorizada a funcionar como Empresa de energia elétrica. Cumpre salientar que 98% do capital social da SULGIPE continuam pertencendo a CIESA – Cia. Industrial de Estância S/A;

- Em 1959 – Por despacho ministerial de 24.02.59 foi feita a averbação da transferência da concessão referente ao município de Estância para a SULGIPE, recém-fundada. No mesmo ano, pelo Decreto nº 46.837 de 15.09.59 foram transferidas para a SULGIPE as concessões contidas no Decreto 45.045 de 11.12.1958; pelo Decreto nº 47.238 de 16.11.59 foi ampliada à área de atuação da SULGIPE através da concessão para o município de Itabaianinha;
- Em 1960 - Pelo decreto nº 48.825 de 12.08.60, novamente sua área de concessão foi aumentada, agora pela inclusão do município de Indiaroba;
- Em 1962 – Pelo Decreto nº 563, de 02.02.62 lhe fora outorgada concessão para os municípios de Tomar do Geru e de Rio Real – (BA);
- Em 1963 – Pelo Decreto nº 51.781 de 04.03.63 passava a ter concessão do município de Tobias Barreto;
- Em 1965 – Pelo Decreto nº 56.647 de 05.08.65 prosseguiu em sua coordenada ampliação, agora incluindo o município de Cristinápolis;
- Em 1966 – Pelo decreto nº 58.617 de 14.06.66, o município de Umbaúba passou a ser servido de energia elétrica pela SULGIPE e também, no mesmo ano, pelo Decreto nº 58646 de 16.06.66, o município de Jandaíra (BA) foi incluído na área de concessão;
- Em 1971 – Transferência para SULGIPE pelo Decreto nº 68323 de 09.03.71 das instalações hidráulicas da Cia. Industrial de Estância S/A e concessão à SULGIPE para produzir, transmitir e distribuir a energia elétrica gerada nas mesmas.

3. ATIVIDADES REALIZADAS

Nesta seção é apresentado os trabalhos realizados durante o período de estágio, ocorrido no período compreendido entre os dias 01 de Agosto de 2016 até 16 de dezembro de 2016, com a carga horária de 660 horas exigidas já cumpridas. Todas as atividades desempenhadas durante o estágio obrigatório foram executadas na Divisão de Projetos e Engenharia, Divisão da Regional Estância e Divisão de Manutenção da Sulgipe.

Após a etapa de familiarização com o ambiente, deu-se início as atividades do estágio, cujas principais atividades desenvolvidas foram:

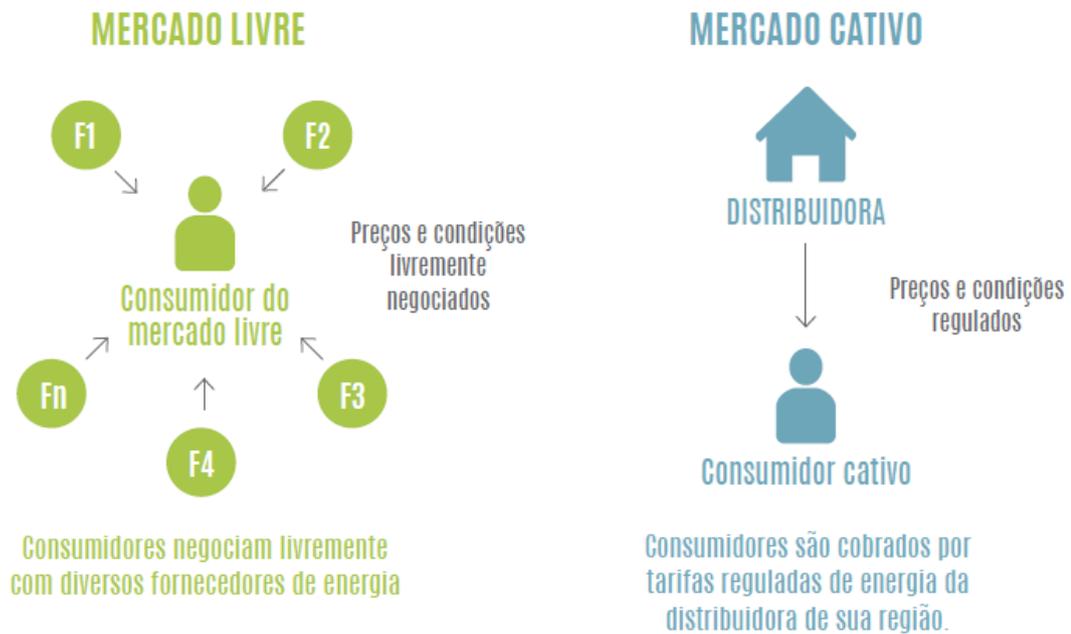
3.1. Instalação de Medidores de Faturamento de Energia para Consumidores Livre

3.1.1. Fundamentação Teórica

O mercado livre de energia elétrica, ou Ambiente de Contratação Livre (ACL), é um ambiente em que os consumidores podem escolher livremente seus fornecedores de energia, exercendo seu direito à portabilidade da conta de luz. Nesse ambiente, consumidores e fornecedores negociam as condições de contratação de energia.

A opção tradicional dos consumidores é adquirir a energia no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Trata-se da contratação compulsória via a distribuidora da região em que estão. As tarifas pelo consumo da energia são fixadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e não podem ser negociadas. Todos os consumidores residenciais estão nesse mercado, assim como algumas empresas comerciais, indústrias e consumidores rurais. A Figura 3 ilustra as principais diferenças entre os tipos de consumidores de energia. [2]

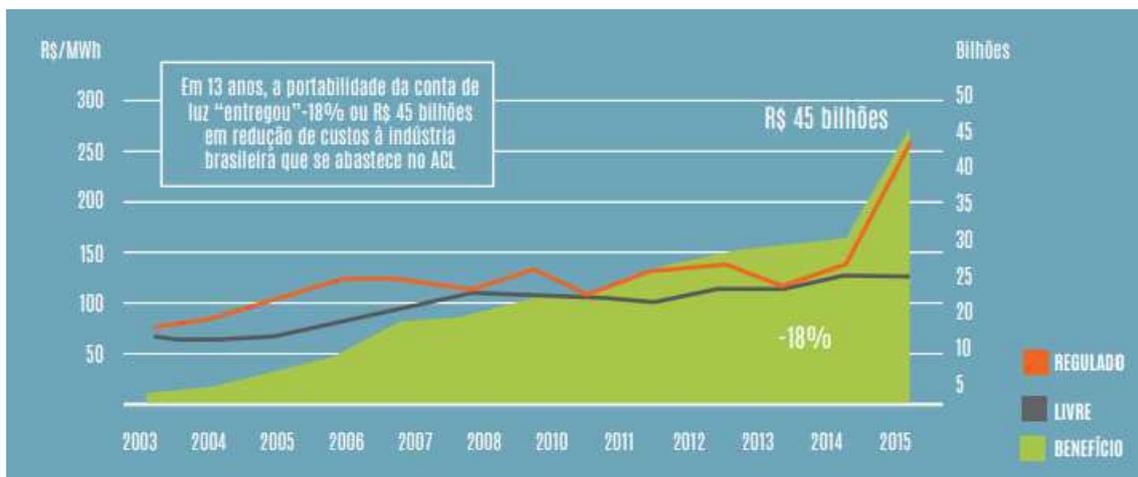
Figura 3: Tipos de consumidores de energia



Fonte: http://www.abraceel.com.br/zpublisher/secoes/mercado_livre.asp?m_id=19150

Atualmente as empresas que participam do Mercado Livre de Energia representa 25% de toda a carga do SIN – Sistema Interligado Nacional. Essas empresas buscam, principalmente, redução nos custos e previsibilidade na fatura de eletricidade. Desde 2003, o mercado livre proporcionou, em média, uma economia de 18% em comparação com o mercado cativo como ser visto na Figura 4.

Figura 4: Redução de Custos à Indústria Brasileira que se abastece na ACL



Fonte: http://www.abraceel.com.br/zpublisher/secoes/mercado_livre.asp

Existem dois tipos de consumidores livres: os consumidores livres “tradicionais” e os consumidores especiais. Os consumidores livres possuem, no mínimo, 3.000 kW de demanda contratada e podem contratar energia proveniente de qualquer fonte de geração. A única restrição é que, além do nível de demanda contratada, as empresas que se conectaram ao sistema elétrico antes de 7 de julho de 1995 têm de receber a energia em tensão superior a 69 kV.[2]

Consumidores especiais possuem demanda contratada igual ou maior que 500 kW e menor que 3.000 kW, independentemente do nível de tensão. Podem contratar energia proveniente apenas de usinas eólicas, solares, a biomassa, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) ou hidráulica de empreendimentos com potência inferior ou igual a 50.000 kW, as chamadas fontes especiais de energia.

3.1.2. Instalação dos Medidores de Faturamento na CIT – Companhia Industrial Têxtil

O sistema de medição é composto de dois medidores, tipo eletrônico multifunção, quatro quadrantes bidirecional a 3 elementos e 4 fios Landis+Gyr-E750, para todos os sentidos de fluxo de energia, com porta de comunicação ótica e serial e possuem certificado de aferição comprovando as necessárias características previstas na especificação exigidas pelo CCEE conforme modelo aprovado pelo INMETRO.

O equipamento da Landis+Gyr possui tensão nominal de 127 V ligado a 4 fios (estrela) e não depende da sequência de fases. Mede energias e demandas ativas e reativas bem como UFER e DMCR nos 4 quadrantes, discriminando estas grandezas segundo a hora do uso, em até 4 postos. Registra energias ativa e reativa bidirecionalmente em intervalos de 5 minutos. Mede e registra grandezas do circuito ao qual está conectado, como tensões, correntes, potências ativas e reativas e frequência da rede.

A alimentação auxiliar é independente do circuito de medição e está ligada ao serviço auxiliar AC de 127 V via um no break de 600 VA.

Permite, através do uso de conversor conectado na interface RS232, o acesso prioritário para aquisição de leituras em tempo integral entre a CCEE e o medidor do cliente.

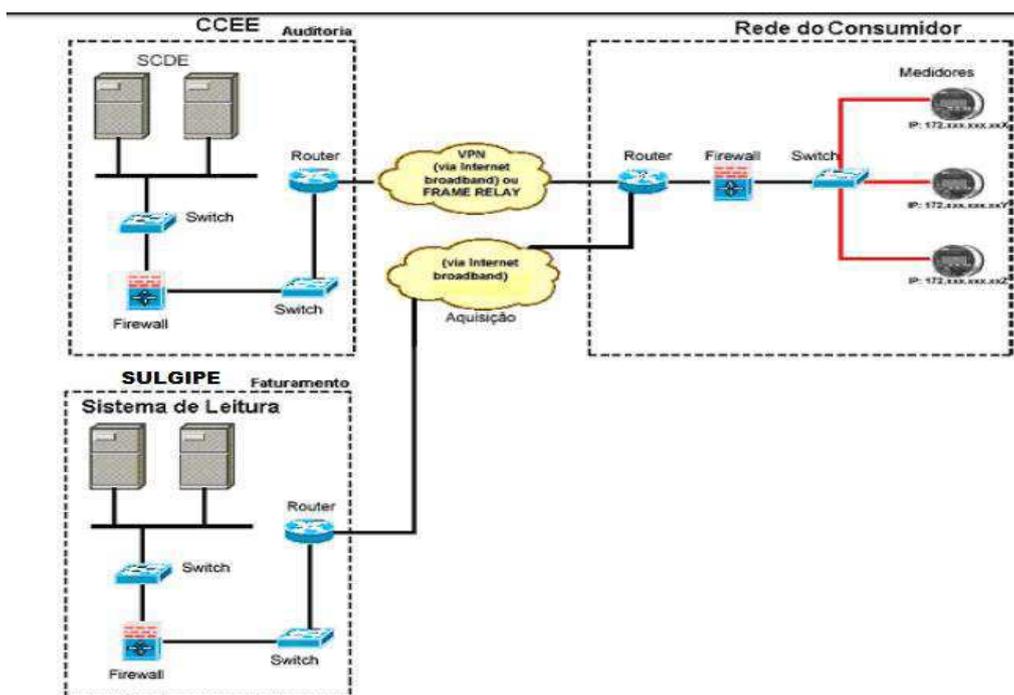
Componentes:

- 1 painel de medição ou caixa de medição ;
- 2 medidores de energia por circuito medido com interface ethernet (Medidor Principal e Medidor de retaguarda);
- Componentes diversos que possibilitem dois acessos de teleleitura (para a concessionária e para a CCEE);
- 3 transformadores de corrente com enrolamentos exclusivos para medição e com caixa de secundário exclusiva para medição com dispositivo de selagem;
- 3 transformadores de potencial com enrolamentos exclusivos para medição e com caixa de secundário exclusiva para medição com dispositivo de selagem.

Foram instalados próximo ao painel de medição duas vias de comunicação, utilizando a internet com IP fixo através de acesso direto, independentes para cada ponto de medição, sendo uma para integração com as centrais de leitura da SULGIPE e outra para integração com o SCDE (Sistema de Coleta de Dados de Energia) da CCEE. A arquitetura de comunicação de dados, bem como os diagramas de ligação podem ser visto na Figura 5, Figura 6 e Figura 7.

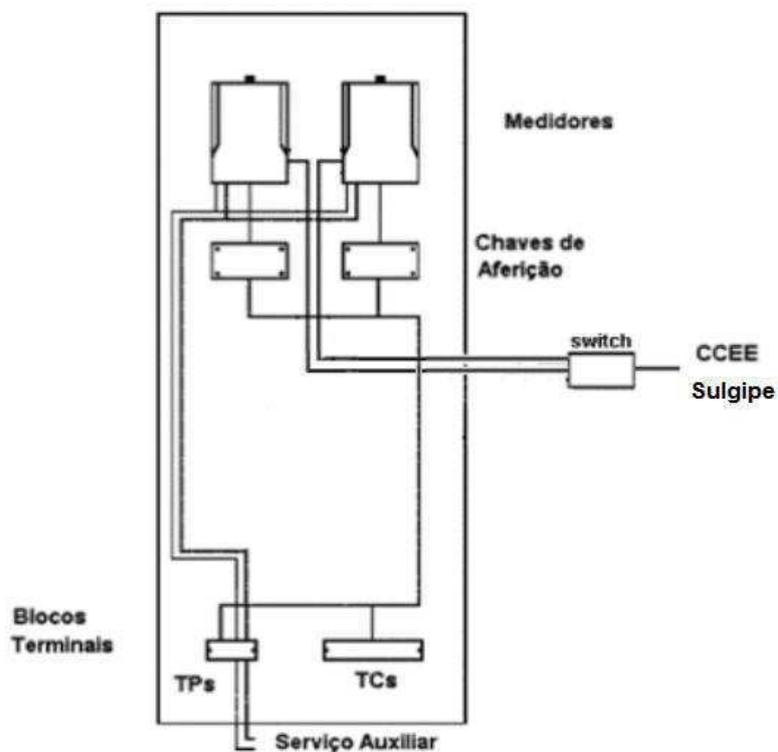
A medição possui alimentação auxiliar para manter os medidores sempre energizados. Para o dimensionamento do nobreak devem-se possuir dados de todas as cargas que o mesmo irá alimentar, bem como as características das baterias do mesmo.

Figura 5: Configuração básica para o acesso remoto ao sistema de medição



Fonte: Adequação do Sistema de Medição em Consumidores Livres e Especiais -AES Eletropaulo

Figura 6: Diagrama da vista frontal do painel de medição



Fonte: Medição de Consumidores Livres – SULGIPE

Figura 8: Medidores de Faturamento na subestação da CIT



Fonte: o próprio autor.

3.2. Subestações Elétricas

A Distribuidora Sulgipe compra energia de dois pontos. O primeiro ponto e o principal é fornecida pela subestação de Itabaianinha (Chesf) a qual fornece energia em 69 kV para as 4 principais LT da Sulgipe que são: 02M1, 02M2, 02M3 e 02M4 que abastece grande parte do sistema de distribuição da Sulgipe. O segundo ponto vem da Energisa (Chesf Jardim) que são as LT 02C8 e 02C1 que abastecem boa parte das indústrias possui tensão nominal igual a 69 kV também. A primeira e única subestação seccionadora automatizada da SULGIPE é a Jorge Prado Leite (JPL) de 69 kV, entrou em operação no mês de novembro, que recebe duas linhas de transmissão como fonte que é a 02M1 e 02M2 originadas de Itabaianinha (Chesf) e interliga a 4 outras LT's. Cada subestação tem a função de abaixar a tensão de 69 kV para tensões de 13,8 kV para energizar redes de distribuição que alimentam algumas indústrias e consumidores residenciais. Apenas a subestação JPL é automatizada e controlada pela SULGIPE e coordenadas pelo Centro de Operação do Distribuição (COD). As subestações possuem os seguintes equipamentos elétricos:

- Pára-Raios
- Transformadores de potência (de até 15MVA)
- Disjuntores de alta tensão SF_6 (hexafluoreto de enxofre)
- Chaves seccionadoras

- TC's e TP's de proteção e medição
- Relés de proteção e medidores de energia

Será apresentado o princípio de funcionamento e os procedimentos de manutenção e inspeção de alguns equipamentos

3.2.1. Transformadores de Potência

O transformador é um equipamento estático constituído por um enrolamento primário que induz uma tensão no enrolamento secundário, através da Lei de Faraday. A tensão de saída é regulada pela relação de espiras entre primário e secundário.

Nas diversas subestações de 69 kV da SULGIPE, os transformadores trifásicos possuem tensões de saída que variam entre 2,4 KV a 13,8 kV e possuem potência de até 18,75 MVA. Construtivamente, o transformador é constituído por um núcleo, enrolamentos, tanque principal, tanque de expansão (conservador de óleo), sistemas de ventilação forçada, sistema de respiração e dispositivos de proteção.

Na Figura 9 podemos ver o Transformador Óleo 15000/18750 kVA 69.0/13.8kV CST ONAF de média potência projetado seguindo os critérios estabelecidos na norma NBR 5356. Esse transformador é utilizado para compatibilizar os níveis de tensão da concessionária de energia para aqueles de uso dos consumidores em geral, ou também para os devidos ajustes de tensão necessários para operacionalização do seu próprio sistema.

Figura 9: Transformador de 18,75MVA na SE Estância



Fonte: o próprio autor.

A parte ativa do transformador é imersa em óleo mineral isolante e fica localizada dentro do tanque principal. O óleo mineral possui alta rigidez dielétrica, o que exerce a função de elemento isolante entre as partes ativas do transformador. Além disso, o óleo é responsável por regular a temperatura dos enrolamentos. Na ocorrência de um aumento de carga, a temperatura aumenta, fazendo com que o óleo expanda atingindo um nível acima do tanque principal. Dessa forma, existe um tanque de expansão que armazena esse nível excessivo de óleo. Radiadores com ventilação forçada são utilizados para o resfriamento do transformador na ocorrência de aumento da carga. No interior do transformador, o óleo fica em contato com o nitrogênio (gás inerte) que evita alguma ignição no interior do transformador. No momento que a carga aumenta, o óleo expande e expulsa o nitrogênio que vai para uma bexiga, dentro de um respirador. Por sua vez, a bexiga expande e expulsa o ar de dentro do respirador para a atmosfera. No momento que a carga diminui, o ar retorna ao respirador, que possui sílica-gel e retira a umidade presente na atmosfera, preservando, ao máximo, os componentes internos do transformador e evitando que a umidade entre em contato com o óleo. Periodicamente,

testes são realizados no óleo para indicar o nível de umidade e de impurezas. Por ser o equipamento mais caro de uma subestação e o que possui o maior risco de explosão, o transformador possui uma série de equipamentos de proteção, são eles:

- Relé de Buchholz (Relé de gás)
- Válvula de alívio de pressão
- Resistor de aterramento

O relé de Buchholz é um dispositivo, localizado entre o tanque de expansão e o tanque principal, que possui a função de detectar gases oriundos da queima de materiais isolantes. Além disso, na ocorrência de um curto-circuito, o deslocamento repentino do óleo, sensibiliza o relé, que por sua vez, aciona a abertura do disjuntor. A válvula de alívio de pressão aciona a abertura do disjuntor do transformador quando a pressão interna ultrapassa um valor máximo determinado. E por fim, o resistor de aterramento limita a corrente de sequência zero presente no neutro, na ocorrência de um curto-circuito monofásico ou bifásico-terra.

3.2.1.1. Manutenção preventiva em transformadores de potência

Inspecciona-se o estado do transformador quanto a indicação dos medidores de temperatura do óleo e do enrolamento do transformador, o estado dos radiadores e dos ventiladores, o nível de óleo, estado das buchas primárias e secundárias (realizar a limpeza, se necessária), existência de vazamentos de óleo isolante. Quanto ao estado do relé de gás, verificar e corrigir:

- O estado das vedações;
- Limpar, ou substituir se necessário, os contatos do relé;
- Oxidação;
- Funcionamento do relé de gás;
- Realizar teste de malha verificando desde o funcionamento dos contatos do relé até a atuação do disjuntor.

Retirar uma amostra do óleo isolante e medir a rigidez dielétrica conforme a NBR IEC 60156. Medir e registrar a temperatura do óleo isolante para efeito de correção do ensaio. Fazer a medição da resistência de isolamento com o megohmetro. Os valores encontrados devem estar de acordo com os dados do fabricante. Medir a relação de espiras com o TTR.

A verificação da relação do número de espiras dos enrolamentos do transformador é um recurso valioso para se verificar a existência de espiras em curto-circuito, de falhas em comutadores de derivação em carga e ligações erradas de derivações.

O TTR é um instrumento para medir a relação de espiras de enrolamentos de transformadores quando seu valor é menor que 130. Para valores maiores do que 130 deve ser utilizado um equipamento auxiliar.

Os procedimentos executados foram os seguintes:

1 – Verificamos se o transformador testado estava completamente desenergizado;

2 – Desconectamos os terminais das buchas do transformador de barramentos, linhas, etc. Eles devem ficar livres de quaisquer conexões.

3 - Calculamos a relação de transformação nominal do transformador em teste.

Para transformadores com ligações triângulo/estrela, a relação utilizada foi a seguinte:

$$R_n = \frac{V_1}{(V_2/\sqrt{3})}$$

Onde:

R_n - Relação Nominal do Transformador;

V_1 - Tensão do Lado de Alta Tensão

V_2 - Tensão do Lado de Baixa Tensão

4 – Conectar os condutores de excitação X_1, X_2 com os terminais do enrolamento de baixa tensão do transformador.

Conectar o condutor secundário H_1 , ao terminal do enrolamento de alta tensão do transformador correspondente ao terminal de baixa tensão ao qual está conectado o condutor de excitação X_1 .

Conectar o condutor secundário H_2 , ao terminal do enrolamento de alta tensão do transformador correspondente ao terminal de baixa tensão ao qual está conectado o condutor de excitação X_2 .

5 - Ligar o equipamento

6 – Colocar o mostrador de extrema esquerda na posição 1.

Através do potenciômetro ir aplicando tensão nos terminais de excitação, observando o ponteiro do galvanômetro detector de zero e a corrente no amperímetro.

O ponteiro detector de zero deverá desviar para esquerda. Desta forma colocar o mostrador na posição 2 e assim sucessivamente até que o ponteiro do detector de zero desvie para a direita. Quando isso acontecer, voltar o mostrador de uma posição.

Proceder da mesma forma e sucessivamente para os outros mostrados até encontrar a condição de equilíbrio.

Na condição de equilíbrio o voltímetro deverá estar em 8V, o detector de zero marcando zero.

Nesta condição anotar os valores dos mostradores. Esta será a relação encontrada.

7 – Executar o teste para todas as ligações descritas abaixo:

- Relação 1

$$\frac{H_1 - H_3}{X_1 - X_0}$$

- Relação 2

$$\frac{H_2 - H_1}{X_2 - X_0}$$

- Relação 3

$$\frac{H_2 - H_3}{X_3 - X_0}$$

Figura 10: Teste de relação de Transformação (TTR)



Fonte: o próprio autor.

Figura 11: Fazendo o TTR



Fonte: o próprio autor.

3.2.1.2. Teste de rigidez dielétrica do óleo isolante

De acordo com a NBR IEC 60156, o método de determinação de rigidez dielétrica corresponde a um ensaio onde uma amostra do elemento é submetida por um campo elétrico crescente, aplicado a uma taxa constante de elevação de tensão até ocorrer a ruptura.

O conjunto de ensaio contém uma célula que possui a capacidade de armazenar até 600 ml de óleo isolante. A célula deve ser transparente, isolante e quimicamente inerte. No interior da célula existe um par de eletrodos que proporciona um campo elétrico no material. Eles possuem formato esférico e se distanciam em até 2,5 mm. Os eletrodos devem estar imersos em até 40 mm abaixo do nível do óleo.

Antes do início do ensaio, a célula deve ser lavada com o próprio óleo coletado, que em seguida é descartado, objetivando a eliminação de impurezas. Logo após, coloca-se uma nova quantidade do óleo coletado no recipiente. Verifica-se a ausência de bolhas, para evitar um falso resultado. Aplica-se tensão nos eletrodos, que parte de 0 V e aumenta gradativamente e uniformemente, a uma taxa de 2 kV/s. Quando ocorrer a ruptura do dielétrico (presença do arco), registra-se a tensão. Repete-se o ensaio 6 vezes, com um intervalo de 2 minutos entre as rupturas. Por fim, o valor oficial da tensão de ruptura do óleo corresponderá a média entre 6 tensões registradas. Se o óleo possuir uma rigidez dielétrica abaixo de 25 kV, trata-se o óleo.

3.2.2. Chaves Seccionadoras

São interruptores que permitem a manobra de um circuito, que possibilitam o isolamento de um equipamento para manutenção (garantia visual que o elemento está desenergizado) e a manobra para energização (ou desenergização) de um barramento. As chaves seccionadoras não são fabricadas para suportar uma abertura sob carga. O elemento que extingue o arco é o disjuntor, por isso, antes de manobrar uma chave, faz-se a abertura do disjuntor.

Figura 12: Chave Seccionadora na SE JPL



Fonte: o próprio autor.

3.2.2.1. Manutenção e inspeção em chaves seccionadoras

A inspeção da chave é realizada através da visualização do seu estado de conservação e da verificação da presença de centelha, corrosão, oxidação e falta de lubrificação nas partes móveis. Além da inspeção visual, o uso da termografia é necessário para identificar pontos quentes. Faz-se a manobra da chave e verifica-se o processo de acionamento. Caso exista suspeita ou verificação de defeitos, é realizada a parada para manutenção, onde são efetuadas as seguintes correções:

- Limpeza dos conectores de linha e dos contatos fixos e móveis.
- Limpeza e lubrificação das partes móveis do conjunto de acionamento da chave.
- Ajustar, caso necessário, algum polo que esteja fora de sincronismo ou com falhas de conexão.
- Ajustar a pressão dos contatos fixos.
- Verificar se a sinalização local e remota, quanto ao posicionamento da chave, está funcionando corretamente.
- Limpeza dos isoladores com água e detergente neutro.
- Lubrificação dos conectores de linha.
- Medir a resistência de contato de cada pólo (resistência não deve ser maior do que 120% do valor da medição realizada na última manutenção).
- Colocar a chave em operação normal. Logo após, fazer termografia e verificar se persiste alguma anormalidade.

3.2.3. Transformadores para Instrumentos (TP e TC)

Os transformadores de instrumentos são equipamentos que transformam valores altos de tensão ou de corrente, a nível de SEP, em valores menores e proporcionais destinados a alimentar relés de proteção e medidores de energia. Existem dois tipos de transformadores de instrumentos: transformadores de potencial e de corrente. O transformador de corrente é um equipamento, ligado em série com o circuito elétrico, que faz a transformação da corrente em valores menores. Normalmente, a corrente nominal do secundário é de 5 A, podendo variar de acordo com a carga. A impedância do TC, vista do primário, é considerada desprezível, independente da carga acoplada a ele (medidores, relés).

Na Figura 13 podemos ver os transformadores de corrente SOC 72 – SOLTRA monopolar, tensão nominal 72,5 kV, imerso em óleo isolante, relação múltipla 600-5 A, dois enrolamentos secundários, classe de exatidão para medição 0,3C50, classe de exatidão para proteção 10B200.

Figura 13: Transformador de Corrente na SE JPL



Fonte: o próprio autor.

O transformador de potencial é um equipamento, ligado em derivação com a rede, que faz a transformação da tensão em valores menores e proporcionais com lado de alta. Possui o mesmo princípio de funcionamento do transformador de potência, porém a carga associada é muito pequena. É destinado para alimentação de relés, wattímetros e voltímetros. Nas subestações existem os transformadores indutivos, que são apropriados para tensões de até 145 kV.

Na Figura 14 temos o transformador de Potencial SOP 72 – SOLTRAN monopolar, tensão nominal 72,5 kV; imerso em óleo isolante, relação $\frac{69 \text{ kV}}{\sqrt{3}} : 115 \text{ v} / \frac{115 \text{ v}}{\sqrt{3}}$,

dois enrolamentos secundários, classe de exatidão 0,3P12,5 / 0,3P200, potência térmica 1.000VA.

Figura 14: Transformador de Potencial na SE JPL



Fonte: o próprio autor.

3.2.3.1. Manutenção e teste em TP e TC

Inicialmente, verificam-se:

- Vazamento de óleo isolante.
- Nível de óleo isolante.
- O estado dos isoladores.
- Conectores primários e cabo terra
- Conexão do secundário
- Estado da pintura

Faz-se a limpeza do TC (ou do TP) com sabão neutro e água. Retira-se uma amostra do óleo para teste de rigidez dielétrica e fator de potência de isolamento. Registra a temperatura do óleo para correção de ensaio. Faz-se o teste de resistência de isolamento, o teste de número de espiras com o TTR e o teste de fator de potência de isolamento nos enrolamentos.

3.2.4. Acompanhamento nos serviços de Redes de Distribuição

A função da equipe de rede de distribuição é realizar reparos, melhorias na rede de distribuição da Sulgipe, realizar cortes de energia em consumidores inadimplentes, fazer ligação da energia em novos consumidores.

Na manutenção das redes é efetuada a:

- Troca de isoladores e transformadores danificados;
- Energização de transformadores para alimentação de novos consumidores;
- Troca de elos fusíveis;
- Manutenção corretiva em chaves seccionadoras (chaves facas) e chave fusível com presença de centelhas;
- Manutenção em religadores de poste e parametrização;
- Troca de bancos de capacitores e pára-raios danificados;
- Troca de postes e condutores danificados;
- Manutenção de reguladores de tensão e parametrização;

Na manutenção em linha viva é empregado o método ao contato, onde são utilizados equipamentos com material isolante, como luva, manga e manta de borracha, vara de manobra, jumpers, caminhão-cesta e outros equipamentos. A prática do método ao contato só é considerada segura, quando a energia incidente e o nível de curto-circuito, no local de trabalho, são adequados para o nível de isolamento dos EPIs e EPCs. Antes da manutenção, é solicitado o bloqueio do religamento automático do religador que está à montante do local do serviço. Essa medida possibilita que, na ocorrência de uma descarga elétrica, o eletricitista que está executando o serviço não fique sujeito a uma segunda descarga, já que a função de religamento se encontra em bloqueio interrompendo qualquer fluxo de corrente.

Figura 15: Manutenção em linha viva



Fonte: o próprio autor.

3.2.4.1. Religadores

São os elementos responsáveis pelo seccionamento e proteção de redes de distribuição. Todos são coordenados entre si e possuem a função de isolar trechos defeituosos. Eles são responsáveis por realizar uma sequência de bloqueios e religamentos de um alimentador, na ocorrência de uma falta. Logo após o ciclo operações programadas, o religador permanece bloqueado ou em estado de operação normal, dependendo do tempo de duração do curto-circuito. Na sequência de operação (sequência de aberturas e fechamentos), podem existir operações rápidas e operações lentas. A operação rápida tenta eliminar a falta antes da fusão dos elos fusíveis coordenados. Na operação lenta, o processo é temporizado, permitindo que ocorra a fusão elo fusível, extinguindo a corrente de curto-circuito. Na SULGIPE, a sequência de operação consiste

apenas em 2 religamentos e no terceiro bloqueia o próximo ciclo de religamento. Religadores também podem ser coordenados entre si, permitindo uma maior seletividade.

Construtivamente, o religador possui uma câmara de interrupção à vácuo em cada pólo. As câmaras ficam imersas em óleo isolante, dentro um tanque, objetivando estabelecer uma barreira dielétrica entre as câmaras e resfriá-las na ocorrência de operações. Na abertura dos contatos da câmara, o arco se inicia. Na passagem da corrente pelo zero natural, o vácuo elimina o vapor metálico gerado pela decomposição dos contatos elétricos, extinguindo o arco e impedindo que ele se restabeleça. Nas buchas são instalados transformadores de corrente (tipo bucha), para a alimentação dos relés de sobrecorrente.[3]

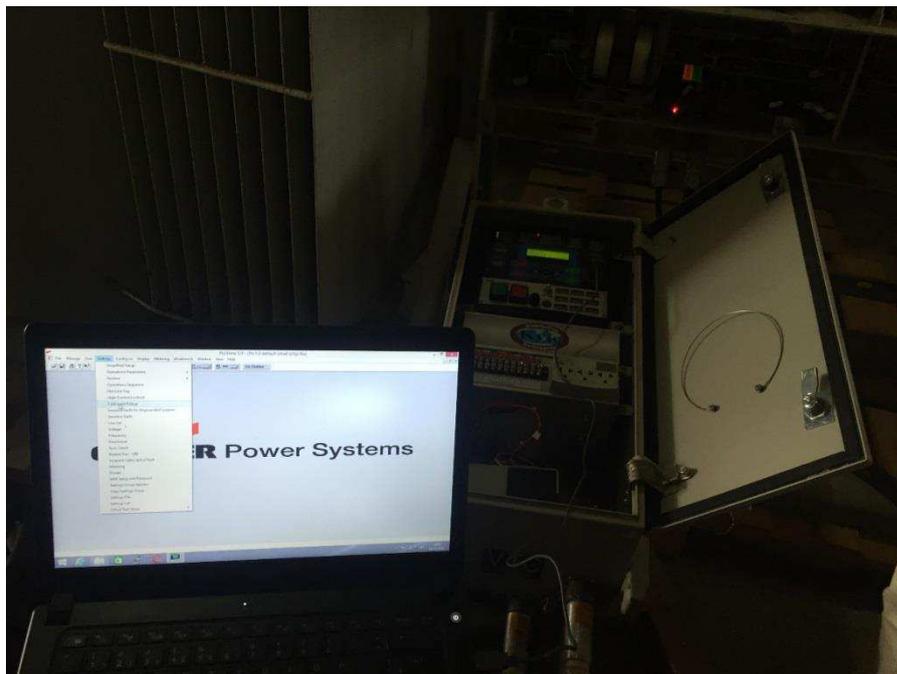
Na Figura 16 podemos ver um religador da fabricante Cooper, modelo Religador Form 6, tipo poste, aplicado na rede de distribuição da SULGIPE. Esse tipo de religador possibilita a coordenação entre vários religadores numa mesma linha de distribuição radial. Já na Figura 17 vemos o software ,fornecido pela fabricante, utilizado para armazenar todos os parâmetros de proteção do relé utilizando o protocolo Modbus e porta de comunicação RS-485.

Figura 16 : Religador Copper



Fonte: o próprio autor.

Figura 17: Programando o Religador



Fonte: o próprio autor.

3.2.4.2. Reguladores de Tensão

A aplicação de reguladores de tensão nos sistemas de distribuição de energia elétrica teve início na década de 40, nos países desenvolvidos, principalmente nos EUA, em função de sua grande extensão territorial, onde os centros de consumo estão espalhados por vastas áreas, distantes dos pontos de geração, e, aliado a isso, o aparecimento de grande quantidade de novos aparelhos eletroeletrônicos, sensíveis a oscilações de tensão, fez aumentarem as reclamações dos consumidores, que passaram a exigir boa qualidade na distribuição de energia elétrica. Por conta disso, hoje se encontram instalados em vários pontos daquele país dezenas de milhares de reguladores, fornecendo aos pontos de consumo uma regulação de tensão adequada e conferindo qualidade ao fornecimento de energia. Isso traz pelo menos três conseqüências benéficas:

- Satisfação do consumidor;
- Redução das perdas na distribuição;
- Aumento do faturamento das concessionárias de energia elétrica.

O Brasil apresenta certa similaridade com os EUA, no que se refere ao espaço territorial, o que viabiliza a utilização dos reguladores de tensão. Estes têm grande aceitação por parte das concessionárias, por razões econômicas, de simplicidade e versatilidade. Além disso, hoje há reguladores de tensão totalmente fabricados no Brasil, o que elimina os problemas de obtenção de peças de reposição verificados até 1986, quando tais equipamentos eram total ou parcialmente (comutador de derivações em carga) importados dos EUA.[4]

Na Figura 18 verificamos a instalação, na rede de distribuição da SULGIPE, um regulador de tensão da TOSHIBA, modelo TB-R1000, que é basicamente um autotransformador dotado de oito derivações em série, uma chave reversora de polaridade que permite adicionar ou subtrair a tensão no enrolamento série e um controle de componentes estáticos que possibilita os ajustes necessários à regulação da tensão ao nível pretendido.

Figura 18: Manutenção em um regulador de tensão



Fonte: o próprio autor.

Figura 19: Parametrizando o regulador de Tensão



Fonte: o próprio autor.

3.3. Outras Atividades

- Projeto de Medição de Fronteira.
- Análise de Projetos para Ligação na rede da Sulgipe.
- Projeto de Coordenação dos elos fusíveis.

4. CONCLUSÕES

A realização do estágio cumpriu o objetivo de aplicar de forma prática os conhecimentos teóricos assimilados nas diversas disciplinas que compõem a grade do curso de Engenharia Elétrica, tais como:

- Sistemas Elétricos de Potência
- Eletrônica de Potência
- Distribuição de Energia
- Instalações Elétricas
- Conversão de Energia

Os objetivos específicos propostos no plano de trabalho foram cumpridos satisfatoriamente, contemplando os temas definidos para o estágio obrigatório. Neste relatório foram apresentadas as atividades desempenhadas pelo discente Matheus Telles Barreto, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na Divisão de Projetos e Engenharia da Companhia Sul Sergipana de Eletricidade - SULGIPE.

O estágio realizado foi de grande proveito e, com certeza, acarretou em conhecimentos úteis para o desenvolvimento pessoal e profissional. O contato com as atividades desenvolvidas por um engenheiro no dia a dia em seu ambiente de trabalho motivaram ainda mais o empenho na graduação. O estágio possibilitou explorar conhecimentos previamente adquiridos pelo discente durante a graduação, atingindo as expectativas esperadas na realização de um estágio.

Durante a realização do estágio, foi possível vivenciar a dinâmica em uma grande instituição privada e compreender o papel crucial que o profissional de engenharia exerce. Foi possível compreender como se sucede o funcionamento da empresa e, principalmente, observar o dia a dia de uma empresa de distribuição de energia e a atividade de engenheiros eletricitistas de áreas diferentes na empresa.

Por fim, o contato com as normas, manuais de equipamentos, o contato com o campo, e os conhecimentos e experiência adquiridos durante a realização do estágio enriquecem intensamente a carreira profissional.

As atividades realizadas foram condizentes com o plano de atividades e serviram de complemento prático de outras disciplinas anteriormente cursadas

A experiência vivida durante o período de estágio mostrou a importância de aliar o conhecimento teórico com o prático, uma vez que, apenas as teorias e conhecimentos adquiridos nos livros em sala de aula não nos fazem perceber a grandiosidade que é exercer a profissão de engenheiro. A prática adquirida em campo e as intervenções técnicas complementam o conhecimento e nos impulsiona a evoluir profissionalmente

Referências Bibliográficas

- [1] Companhia Sul Sergipana de Eletricidade - SULGIPE – EMPRESA -2010. Estância: em: <<http://www.sulgipe.com.br/Home/Empresa>>. Acesso em 10 Outubro 2016.
- [2] ABRACEEL – Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. Mercado Livre. Como Funciona o Mercado Livre. Acesso em: < <http://www.abraceel.com.br/zpublisher/secoes/home.asp> >. Acesso em 15 de Outubro de 2016.
- [3] MAMEDE FILHO, J. Manual de equipamentos elétricos. 4 edição. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 2013.
- [4] MELLO, F. P. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, Componentes Simétricas. Santa Maria: Editora UFSM, 1983.
- [5] COELBA - Manual Técnico para Adequação do SMF. 1ª Edição - Grupo Neoenergia. 2016. Em: < <http://servicos.coelba.com.br/Pages/Default.aspx> >. Acesso em 20 de Novembro de 2016.